

京郊半城子水库流域土地利用及景观格局变化分析^{*}

胡淑萍¹, 余新晓²

(1. 内蒙古师范大学 节水农业工程研究中心, 呼和浩特 010022; 2. 北京林业大学 水土保持学院, 北京 100083)

摘 要:运用遥感与地理信息系统技术,对半城子水库流域 2000 年和 2005 年的 2 期遥感影像数据进行解译判读,结合土地利用动态模型和景观生态学数量方法分析了流域土地利用和景观格局的变化。结果表明: 2000 - 2005 年间,流域土地利用类型发生了一定变化,但林地始终是流域主导土地利用类型; 研究期内,半城子水库流域土地利用年变化速度为 1.30%,其中阔叶林是最稳定的土地利用类型,其他土地是最活跃的土地利用类型; 类型水平上格局指数显示针叶林斑块形状最复杂,混交林的异质性较高; 景观水平的格局指数显示,区域景观破碎化程度加剧,多样性增加,均匀度增强。

关键词:遥感; 地理信息系统; 土地利用; 动态变化; 景观格局

中图分类号: F301.24

文献标识码: A

文章编号: 1005-3409(2010)01-0088-04

Analysis of Land Use and Landscape Pattern Change in Banchengzi Reservoir Watershed of Beijing Suburbs

HU Shu-ping¹, YU Xin-xiao²

(1. Research Center of Water-economizing Agricultural Project, Inner Mongolia Normal University, Huhhot 010022, China; 2. College of Soil and Water Conservation, Beijing Forestry University, Beijing 100083, China)

Abstract: Used RS and GIS techniques, combined with land use dynamic model and landscape ecological quantity method, the changes of land use and landscape pattern of Banchengzi Reservoir Watershed were studied from 2000 to 2005. The results showed: The watershed land use changed from 2000 to 2005, but forest land was dominant land use type; Land use change rate was 1.30% during research period, broadleaved forest was the most stable land use type and other land was the most active land use type;

At class lever, Largest Patch Index indicated coniferous was the most complex patch and heterogeneity of mix forest was higher; At landscape lever, the degree of landscape fragmentation was enhanced, Shannon's Diversity Index and Shannons Evenness Index was increased.

Key words: remote sensing; geography information system; land use; dynamic changes; landscape pattern

土地利用/覆被变化是全球环境变化的重要组成部分和主要原因之一^[1],也是引起区域环境变化的关键要素^[2]。目前土地利用变化研究已经涉及到土地利用变化信息处理与提取、土地利用变化时空动态、土地利用变化生态环境效应、土地利用变化驱动机制分析、土地利用变化模拟等各个方面^[3-6],并取得了一系列成果。景观格局的研究是景观生态学研究的核心内容和热点问题之一^[7-9]。景观格局是景观异质性的具体表现,同时也是各种生态过程在不同尺度上作用的结果^[10]。景观格局深深影响并

决定着各种生态过程^[11-12]。土地利用变化是全球变化的主题,又是环境变化的驱动因子或结果表现之一^[13],而景观格局指数比较准确地反映了土地利用方式变化的时空量化状态^[14]。将土地利用变化研究与土地景观格局研究相结合,有助于探讨土地利用变化与景观生态过程的相互关系,进而成为了解人类社会与自然环境相互关系的重要途径^[15]。

半城子水库流域属密云水库二级保护区范围,由于地处密云水库上游,对保证北京市饮用水的安全具有重要意义,研究该区土地利用与景观空间格

* 收稿日期: 2009-07-13

基金项目: 北京市科委重大项目 (D0706001000091)

作者简介: 胡淑萍(1980-),女,河南长葛人,博士,讲师,主要从事水土保持方面的教学与研究。E-mail: hshuping@163.com

局变化的特点,对实现该区生态环境与社会、经济的可持续发展,保护地区景观健康及维持区域生态安全具有重要意义。

1 研究区概况

半城子水库流域位于密云水库北部的牯牛河流域上游,面积 66.1 km²,属密云水库二级保护区。地貌为低山丘陵类型,海拔为 250~500 m,山体起伏变化较大,平均坡度 25°~30°。基岩以花岗岩为主,属于酸性岩类,极易物理风化,形成松散的沙质堆积物,多为粗骨土,山脚阶地有少量的黄土堆积物,沟谷为沙质冲积物。土层厚度 10~30 cm,土壤类型为山地褐土,pH 值呈中性至微酸性。流域年平均气温 10.5℃,年无霜期 176 d,年日照总数 2 801.8 h,年均降雨量 669 mm,主要集中在 6-8 月。

2 研究方法

2.1 数据来源及处理

本研究采用的数据有 2000 年 SPOT 遥感影像图和 2005 年的 TM 遥感影像图,1:10 000 地形图和 2005 年北京山区森林资源数据。

以 1:10 000 地形图作为参考,在 ERDAS 9.0 和 ArcGIS 9.0 的支持下对两期遥感影像进行目视解译、数字化、建立拓扑关系,并用野外调查数据对解译结果进行校正,获得土地利用图形数据和属性数据。参照全国土地资源二级分类系统标准和流域土地资源特征,研究流域被分为阔叶林、针叶林、灌木林、混交林、水域、农田和其他土地共 7 类景观类型(附图 7)。

2.2 土地利用变化分析

(1) 土地利用动态度。土地资源数量变化用土地利用动态度来表示,土地利用动态度可定量描述区域土地利用变化的速度,它对比较土地利用变化的区域差异和预测未来土地利用变化趋势都具有积极的作用^[16]。土地利用动态度模型分为单一土地利用动态度和综合土地利用动态度^[17]。

单一土地利用类型动态度表达的是某研究区一定时间范围内某种土地利用类型的数量变化情况,其表达式为

$$K = \frac{U_b - U_a}{U_a} \times \frac{1}{T} \times 100\% \tag{1}$$

式中:K——研究时段内某一土地利用类型动态度;U_a——研究初期某一种土地利用类型的数量;U_b——研究期末某一种土地利用类型的数量;T——研究时段长,当 T 的时段设定为年时,K 的值就是该研究区某种土地利用类型年变化率。

综合土地利用动态度可描述研究时段的区域土地利用变化速度,用公式表示为

$$LC = \left[\frac{\sum_{i=1}^n LU_{i-j}}{\sum_{i=1}^n LU_i} \right] \times \frac{1}{T} \times 100\% \tag{2}$$

式中:LC——综合土地利用动态度;LU_i——监测起始时间 i 类土地利用类型面积;LU_{i-j}——监测时段 i 类土地利用类型转为非 i 类土地利用类型面积的绝对值;T——监测步长,当 T 设定为年时,LC 的值就是该研究区的土地利用年变化率。

(2) 变化强度指数。变化强度指数^[18]是指某空间单元在研究时期内的土地利用变化面积占其土地总面积的百分比。可以用来比较某一研究时期土地利用变化的强弱或趋势。其公式为

$$T_i = \frac{U_{hi} - U_{ai}}{B} \times 100\% \tag{3}$$

式中:T_i——研究时段内第 i 种土地利用类型的变化强度;U_{ai}——研究初期第 i 种土地利用类型的面积;U_{hi}——研究期末第 i 种土地利用类型的面积;B——研究期末研究区土地总面积。

2.3 景观空间格局分析

利用景观格局分析软件 Fragstats 3.3 对两期土地利用分类进行景观格局指数计算,考虑到指标之间的相关性,选取类型水平上的景观格局指数 3 个,景观水平上的景观格局指数 8 个,各指数生态含义及计算方法参考 Fragstats 软件说明。

3 结果分析

3.1 土地利用数量变化

土地利用类型变化状况见表 1,2000 年时针叶林所占面积最大,为 2 245.16 hm²,农田的面积最小,仅占 10.34 hm²。2005 年时各类土地利用类型的面积比例大小依次为:针叶林>阔叶林>混交林>灌木林>其他土地>水域>农田。2000-2005 年间,流域土地利用类型发生了一定变化,但林地面积均达 96% 以上,是流域主导土地利用类型,其中针叶林从 2 245.15 hm² 增长到 2 585.63 hm²,增长了 15.16%,混交林从 1 940.00 hm² 减少到 1 545.92 hm²,减少了 20.31%;从变化比例看,其他土地的变化比例最大,为 121.1%,灌木林地变化比例最小,仅为 -1.84%。林地数量总体稳定主要是因为该区林木从林种划分看属于水源涵养林,又位于密云水库上游,生态地位重要,加之近年来国家对生态公益林管护较严格,所以林地总量稳定,而不同林型之间数量变化与林业生态工程项目在该区的实施有关。

表 1 半城子水库流域 2000 - 2005 年土地利用类型变化状况

时间	项 目	阔叶林	针叶林	灌木林	混交林	其他土地	水域	农田
2000 年	面积/ hm ²	1586.74	2245.16	691.58	1940.00	66.30	69.87	10.34
	比例/ %	24.01	33.97	10.46	29.35	1.00	1.06	0.16
2005 年	面积/ hm ²	1596.31	2585.63	678.83	1545.92	146.59	46.89	9.83
	比例/ %	24.15	39.12	10.27	23.39	2.22	0.71	0.15
2000 - 2005 年	变化面积/ hm ²	9.57	340.47	- 12.75	- 394.08	80.29	- 22.98	- 0.51
	变化比例/ %	0.60	15.16	- 1.84	- 20.31	121.10	- 32.89	- 4.93

3.2 土地利用结构变化

单一土地利用动态度值越低,转移变化为其他类型数量越小,表明该类土地在研究期内相对稳定^[19]。依据表 2,2000 - 2005 年间,半城子水库流域阔叶林的动态度最低,年平均转移率为 0.12 %,说明该土地利用类型在研究时段内基本没有发生转移或转移量很小,是最稳定的土地利用类型;而其他土地在该时段内动态度最高,达 24.22 %,是阔叶林动态度的 202 倍,表明该土地利用类型是研究时段内最活跃的土地利用类型。导致这一现象的主要原

因是当地的阔叶林包含有相当数量的经济林树种(板栗居多),且近年来经济效益较好,所以在研究期内阔叶林的土地利用动态度值相对稳定,而其他土地由于受人为主因素的影响较大,故单一动态度值较高。土地利用综合动态度显示,2000 - 2005 年半城子水库流域土地利用年变化速度为 1.30 %。土地利用变化强度指数表明混交林的变化强度最大,其余土地利用类型依次为针叶林 > 其他土地 > 水域 > 灌木林 > 阔叶林 > 农田。

表 2 2000 - 2005 年半城子水库流域土地利用结构变化

动态度	阔叶林	针叶林	灌木林	混交林	其他土地	水域	农田
单一动态度/ %	0.12	3.03	- 0.36	- 4.06	24.22	- 6.57	- 0.98
变化强度指数/ %	0.14	5.15	- 0.19	- 5.96	1.21	- 0.35	- 0.01

3.3 景观空间格局特征

Fragstats 是由美国俄勒冈州立大学森林科学系开发的景观分析软件,可计算 60 多种景观指标,但许多指标是高度相关的^[20],本文选取景观形状指数(LSI)、景观斑块密度(PD)和景观分离度(SPLIT)3 个类型水平上的景观格局指数,斑块数量(NP)、斑块密度(PD)、最大斑块指数(LPI)、蔓延度指数(CONTAG)、斑块结合度指数(COHESION)、分离度(SPLIT)、香农多样性指数(SHDI)和香农均匀度指数(SHEI)8 个景观水平上的景观格局指数,各指标计算结果见表 3 - 4。

3.3.1 类型水平上的景观格局指数分析 2000 - 2005 年间半城子水库流域类型水平格局指数如表 3 所示。从表 3 可知,2000 - 2005 年,针叶林的景观

形状指数变化最大,从 11.274 8 增加到的 15.717 7,而景观形状指数越大说明其形状越复杂,所以 2005 年针叶林的斑块形状最复杂。景观斑块密度反映景观整体斑块分化程度,其值越大表明其异质性越高,由表 3 知 2000 年斑块密度最大的是混交林 562.685 3,最小的为其他土地 64.925 2;2005 年各类型景观的斑块密度大小顺序为:针叶林 > 水域 > 灌木林 > 混交林 > 阔叶林 > 农田 > 其他地类。景观分离度显示不同时期景观的分离程度变化较大,2000 年其他土地的分离度指数最大,斑块分布较分散,针叶林的分离度指数最小,分布相对集中;2005 年,各景观要素分离度的变化规律为:农田 > 其他土地 > 灌木林 > 水域 > 阔叶林 > 针叶林 > 混交林。

表 3 2000 - 2005 年半城子水库流域类型水平格局指数

景观指数	年份	阔叶林	针叶林	灌木林	混交林	其他土地	水域	农田
LSI	2000	8.4099	11.2748	8.0884	13.4098	3.75	3.2955	6.6512
	2005	8.4709	15.7177	7.2813	10.9962	2.3889	6.8681	3.8824
PD	2000	281.3427	454.4766	389.5514	562.6853	64.9252	86.567	367.9096
	2005	415.4822	1268.314	481.0846	437.3497	21.8675	502.9521	65.6024
SPLIT	2000	85.3381	21.4124	604.7248	143.325	642711.3	13037.42	110546.1
	2005	145.3121	118.8798	18253.2	20.2508	20942.49	498.6625	1332844

3.3.2 景观水平上的景观格局指数分析 景观水平的格局指数变化如表 4 所示。由表 4 可以看出,斑块数量有所增加,斑块密度显著增加,说明区域景观破碎化程度增加。蔓延度指数从 2000 年的 52.995 6 下降到 2005 年的 52.536 1,说明景观镶嵌体以较小的规模出现,景观破碎化程度增加。蔓延度指数减少、结合度指数降低、分离度指数增加也说明

明斑块之间分离度增大,景观破碎化程度增加,研究区逐渐向密集格局演变。多样性指数对景观中各斑块类型非均衡分布状况较为敏感,研究区香农多样性指数从 2000 年的 1.412 1 增加到 2005 年的 1.422 3,香农均匀度指数从 2000 年的 0.725 7 增加到 2005 年的 0.730 9,说明研究区的多样性增加,均匀度增强。

表 4 2000 - 2005 年半城子水库流域景观水平格局指数

景观指数	NP	PD	LPI	CONTAG	COHESION	SPLIT	SHDI	SHEI
2000 年	102	2207.458	20.0532	52.9956	98.0575	14.8947	1.4121	0.7257
2005 年	146	3192.653	20.8244	52.5361	97.9307	14.9738	1.4223	0.7309

4 结 论

(1) 2000 - 2005 年,流域土地利用类型发生了一定变化,针叶林面积增长了 15.16%,混交林减少了 20.31%,但林地始终是流域主导土地利用类型。
(2) 研究期内半城子水库流域土地利用年变化速度为 1.30%,其中阔叶林的动态度最低,年平均转移率仅 0.12%,而其他土地在该时段内动态度最高,达 24.22%,说明其他土地是活跃的土地利用类型。
(3) 类型水平上格局指数显示,针叶林斑块形状最复杂,混交林的其异质性较高,而景观分离度显示不同时期景观的分离程度变化较大。
(4) 景观水平的格局指数显示,区域景观破碎化程度增加,研究区逐渐向密集格局演变,多样性增加,均匀度增强。

参考文献:

[1] 陈百明,刘新卫,杨红. LUCC 研究的最新进展评述[J]. 地理科学进展, 2003, 22(1): 22-29.
[2] 刘军会,高吉喜,耿斌,等. 北方农牧交错带土地利用及景观格局变化特征[J]. 环境科学研究, 2007, 20(5): 148-154.
[3] Rao K S, Rekha P. Land use dynamics and landscape change pattern in a typical micro watershed in the mid elevation zone of central Himalaya, India[J]. Agriculture, Ecosystems and Environment, 2001, 86(2): 113-124.
[4] 郭旭东,陈利顶,傅伯杰. 土地利用/土地覆被变化对区域生态环境的影响[J]. 环境科学进展, 1999, 7(6): 66-75.
[5] 李平,李秀彬,刘学军. 我国现阶段土地利用变化驱动力的宏观分析[J]. 地理研究, 2001, 20(2): 130-138.
[6] Elena G, Irwin J. Theory, data, methods: developing spatially explicit economic models of land use change

[J]. Agriculture, Ecosystems and Environment, 2001, 8(5): 7-23.
[7] Forman RTT, Godron M. Landscape ecology [M]. New York: John Wiley and Sons, 1986.
[8] 肖笃宁. 国际景观生态学研究的新进展[J]. 生态学报, 1999, 18(6): 75-76.
[9] Turner M G, Gardner R H. Quantitative methods in landscape ecology [M]. London: Springer - Verlag, 1991.
[10] 陈文波,肖笃宁,李秀珍. 景观空间分析的特征和主要内容[J]. 生态学报, 2002, 22(7): 1135-1142.
[11] Forman R T T. Land mosaics: the ecology of landscapes and regions [M]. Cambridge: Cambridge University Press, 1995.
[12] O'Neill R V, Riitters K H, Wickham J D, et al. Landscape pattern metrics and regional assessment [J]. Ecosystem Health, 1999, 5(4): 225-233.
[13] 李秀彬. 全球环境变化研究的核心领域: 土地利用/覆被变化的国际研究动向[J]. 地理学报, 1996, 51(6): 553-558.
[14] 潘竟虎,刘普幸,赵军. 黑河下游土地利用与景观格局时空特征分析[J]. 土壤, 2008, 40(2): 306-311.
[15] 刘贤赵,王巍. 烟台沿海地区土地利用景观格局演变研究[J]. 农业工程学报, 2007, 23(10): 79-86.
[16] 王秀兰,包玉海. 土地利用动态变化研究方法探讨[J]. 地理科学进展, 1999, 18(1): 81-86.
[17] 张世文,唐南奇. 土地利用/土地覆被变化(LUCC)研究现状与展望[J]. 亚热带农业研究, 2006, 2(3): 221-225.
[18] 朱会义,李秀彬. 关于区域土地利用变化指数模型方法的讨论[J]. 地理学报, 2003, 58(5): 643-650.
[19] 张钰,刘桂民,马海燕,等. 黑河流域土地利用与覆被变化特征[J]. 冰川冻土, 2004, 26(6): 86-92.
[20] 吴波,慈龙骏. 毛乌素沙地景观格局变化研究[J]. 生态学报, 2001, 21(2): 191-196.